

JAPANESE PATENT OFFICE

### PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2000083055 A

(43) Date of publication of application: 21.03.00

(51) Int. Cl

H04L 12/56 H04L 12/28

(21) Application number: 10250711

(71) Applicant:

HITACHI LTD

(22) Date of filing: 04.09.98

(72) Inventor:

KAWADA YOKO

**IWASAKI MASAAKI NAKAHARA MASAHIKO** TAKEUCHI OSAMU **NAKANO TAKAHIRO** 

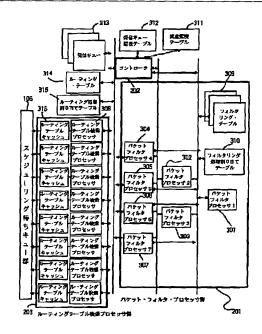
## (54) ROUTER

### (57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To fast process routing even when the kinds of packets are many by providing plural filtering tables and plural retrieval keys and processing division of the packets with a packet filter processor group arranged in a tree shape from the first stage toward the last stage.

SOLUTION: A packet filter processor group 201 is constructed by arranging seven packet filter processors 301 to 307 in a tree shape of three stages. Each packet filter processor 301 to 307 decides a retrieval key and a filtering table 309 to be retrieved by referring to a filtering processing allocation table 310. A filtering table of the next stage which sends packets is decided in accordance with the decided retrieval key and the contents of filtering tables 309. In the packet filter processors 304 to 307 in the last stage, an enqueue is performed to a received queue corresponding to a class decided through packet filtering.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO



(11)特許出顧公開番号特別2000—83055

(P2000-83055A)

(43)公開日 平成12年3月2日(2000.3.21)

識別記号	1 4	##) .√-C24
12/56	H04L 11/20	102D
12/28	11/00	310Z
	11/20	102Z

(51) Int.Cl.<sup>7</sup> H 0 4 L

# 審査関次 未離求 請求項の数4 〇1. (全12頁)

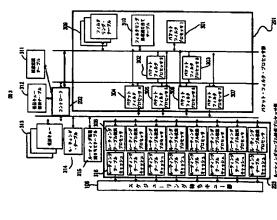
(21) 出資券中	<b>副平</b> 10—250711	(11) 出國人 000005108	000005108
٠			株式会社日立製作所
(22) (HINI)	平成10年9月4日(1998.9.4)		東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
-		(72)発明者	川田 蜂子
			神奈川県川崎市原生区王禅寺1099番地 株
			式会社日立製作所システム開発研究所内
		(72)発明者	岩岩 正明
			神疾川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株
			式会社日立製作所システム開発研究所内
		(74)代理人 100068504	100068504
			<b>弁理士 小川 勝男</b>
			最格質に統へ

## (54) [発現の名称] ルータ

(57) [要約]

【課題】マルチメディア通信を行うネットワークにおいて、高速なルーティング処理を提供するルータを提供する

【解決手段】パケット・フィルタリングは、処理を分割し、複数のパケット・フィルタ・プロセッサによって、パイプライン並列処理する。ルーティング処理において処理コストの高いルーティングテーブル検索処理を、複数のルーティングテーブル検索プロセッサは、ルーティングテーブル検索プロセッサは、ルーティングテーブルの検索を高磁化する。さらに、コントローラは、フィルタリング順序を動的に切り替えることによりパケット・フィルタ・プロセッサ間の負荷を分散し、各ルーティングテーブルの検索を高速化する。さらに、コントローラは、フィルタリング順序を動的に切り替えることによりパケット・フィルタ・プロセッサ間の負荷を分散し、各ルーティングテーブル検索プロセッサに割り当てる受信キューを動的に切り替えることにより、ルーティング検索プロセッサ間の負荷を分散し、



【特許請求の範囲】

(請求項1] データを送信する複数の情報処理装置と、 データを受信する情報処理装置の間に直列に接続し、バ ケットのルーティング処理を実行するプロセッサと、転 送されたパケットをフィルタリングするプロセッサと、 パケットの送信順序を制御するプロセッサと、パケット の送信及び受信を行うプロセッサとから成るルータにお フィルタリングを実行するときに参照する複数の検索テーブルと、前記検索テーブルを共有するパケットをフィーグルと、がかりングする複数のプロセッせと、パケットのフィルタリングで分類される各クラスに対応する複数のキューを有し、初段から終股に向かってツリー状または、直列に配置したフィルタリング用プロセッサ群によって、多段に渡るパケットのフィルタリングをバイブライン処理することにより、パケットのフィルタリングを高速化することを特徴とするルータ。

「翻求項2」翻求項1記載のルータにおいて、ルーティングテーブルと、ルーティングテーブルを挟有する移動するテーブルと、前記2種類のテーブルを挟有する複数のルーティング処理用プロセッサと、前記プロセッサが図々に所有する、ルーティングテーブルの内容をキャッシングするキャッシュを有し、複数のプロセッサが、ルーティングテーブルの検察処理を通過化することを特徴とするより、テーブル検察処理を高速化することを特徴とする

「翻求項3】翻求項1のルータにおいて、フィルタリング用プロセッサがフィルタリング実行時に参照する複数 の検索テーブルと、フィルタリング実行時に参照する複数 の検索テーブルと、フィルタリング用プロセッサが一定 時間内に処理するパケット数を格納したテーブルと、フィルタリング用プロセッサとの間で前記2種類のテーブ ルを共有するコントローラを有し、コントローラが、フィルタリング用プロセッサが参照する検索テーブルを、 ルを共有するコントローラを有し、コントローラが、フィルタリング用プロセッサが参照する検索テーブルを、 元年時間内に処理するパケット数に応じて動的に切り替えることにより、フィルタリング風用プロセッサの負荷を えることにより、フィルタリング処理の違延時間を短絡することを特徴とするルータ。

「翻求項4」翻求項2のルータにおいて、ルーティング 処理用プロセッサとの間で前記ルーティングテーブル検 紫僧報を格納するテーブルを共有するコントローラと、 パケットのフィルタリング処理によって分類されたパケットがエンキューされているキューのパケット数合計値 を格納するテーブルを有し、キューのパケット数合計値 を格約するテーブルを有し、キューのパケット数合計値 に従って、各ルーティング処理用プロセッサに割り当て るルーティングテーブル検索情報を動的に切り替えることにより、ルーティング処理の課廷時間を短的すること を特徴とするルーク。

[発明の詳細な説明]

00013

【発明の属する技術分野】本発明は、マルチメディア通

信を実行するネットワークにおいて、伝送速度や使用帯域幅等のサービスの品質(以下、QoS(Quality of Service)と略す)を保証し、かつ、高速なルーティング処理を行うルータに関する。特に、QoS保証を行うためにバケットを分類する機能(以下この機能をパケット・フィルタリングと呼ぶ)を右するルータに関する。

[0002]

ケジューリングの優先順位に関係づけられるクラスに分 類するパケット・フィルタリングと呼ばれる処理が必要 ヘッダの中のTOS (Type Of Service) フィールドの値や宛 先アドレス、送り元アドレス等によって定義される(以 F、IP(Internet Protocol) ヘッダの中のTOS(Type Of S 【従来の技術】マルチメディア・データの通信を行うネ ては、各ノードは、パケットの種類毎に伝送速度や使用 可能な帯域幅等のQoSバラメータを設定し、このQoSバラ トをパケットの種類によって、割り当て帯域幅や送信ス 求められる。QuS保証機能を有するネットワークにおい 受信処理を行う。ルーティング処理においては、パケッ マルチメディア通信におけるルータは、パケット・フィ ットワークでは、伝送速度や使用帯域幅等の00S保証が ス等、クラス分けに必要なデータを検案キーと呼ぶ)。 ルタリング機能を有し、 かつ、高速なルーティング処 ervice) フィールドの値や宛先アドレス、送り元アドレ メータを満足するように送信処理、ルーティング処理、 である。パケットのクラスは、IP (Internet Protocol) 埋を行うことが重要である。

【0003】パケット・フィルタリング機能を有し、高速なルーティング処理を実現することを目的としているルータとして、(W.P. Kumar, T.Y. Lakshman, and D. Stilliadis, "Beyond Best Effort: Router Architecture s for the Diffrentiated Services of Tommoriw's Internet, "IEEE/ACM Trans. on Networking, May, 199 8)がある。図1にこのルータ(100)の主要なハードウェア構成を示す。このルータ(100)は、主に入出カプロセッサ(102)、ルティングテーブル検案プロセッサ(103)、パケット・フィルタ・プロセッサ(104)、送信スケジューリング・プロセッサ(105)、スケジューリング特ちキュー群(106)、送信さちましま。

【0004】1) 入出カプロセッサ(102) 外部ネットワークより到着したパケットをインタフェースカード(101)を介してルータ(100) 内へ入力する処理と、送信待ちキュー(107) にキューイングされているパケットを外部ネットワークへ送り出す処理を実行する。 【0005】2) ルーティングテーブル検索プロセッサ 入出力プロセッサによって入力されたパケットに対して、ルーティングテーブルを検索することにより、転送程路を決定する。ルーティングテーブルとは、ルーティングプロトコルによって生成されるデータベースのことであり、このテーブルを検察することにより、次に転送であり、このテーブルを検察することにより、次に転送

[0006] 3) パケット・フィルタ・プロセッサ(10 するホスト・アドレスを得ることができる。

検索キーにより、パケットを、割り当て帯域幅や送信ス 類する。クラスに分類する方法としては、ハッシュ法や 2分木によってあらかじめ用意されているテーブルを採 ケジューリングの優先順位に関係づけられるクラスに分 ング待ちキュー群は、クラス毎に別々のキューが用意さ 察する方法が考えられている。クラス分けされたパケッ 倒インタフェース毎に存在する。また、各スケジューリ トは、スケジューリング待ちキュー群 (106) にエンキュ **一される。スケジューリング待ちキュー群 (106) は出力** 

【0007】4)送信スケジューリング・プロセッサ(|

ケジューリングの優先順位がつけられており、本プロセ ているパケットに対して、外部ネットワークへ送り出す 順序を決定する。スケジューリング待ちキュー群の各キ ューにエンキューされているパケットは、パケット・フ 保証を満足するように送信順序を決定する。 スケジュー リングされたパケットは、スケジューリング待ちキュー フェースカードの選択は、ルーティングテーブル検索ブ ッサ (105)は、各キューの優先順位とキューの長さ (キ ューに残っているパケット長の合計値)をもとに、QoS た送信順序に従って、送信待ちキュー(107)にエンキュ ェースカード(108)毎に用意されている。出力側インタ スケジューリング待ちキュー群 (106) にエンキューされ ィルタ・プロセッサ (105) によって、キュー毎に送信ス からデキューされ、本プロセッサ (105) によって決定し **一される。送信待ちキュー(107)は、出力側のインタフ** ロセッサが決定する.

イング処理を機能毎に分割し、各処理を別々の専用プロ ・フィルタリングを専用プロセッサで実行する。ルーテ セッサ(各処理の処理性能が最大になるように最適設計 されたプロセッサ)で実行することにより、髙遠なルー 【0008】このように、本ルータ(100)は、パケット ティング処理を実現する。

(6000)

**【発明が解決しようとする課題】送信ホスト数や受信ホ** スト数が多い場合や、パケットのデータの種類が多い場 合、パケット・フィルタリングで分類するクラス数が増 大する。この場合に、1プロセッサでパケット・フィル れているが、クラスの数が増大するとハッシュ衝突回数 クラス数) と等しくなる。2分本による探索法では、最 グに要する実行時間が増大して、ルーティング処理全体 は、ハッシュ法は一般に0(1)の計算量ですむことが知ら が増加し、過趣の場合では線形探索の計算量O(N) (N: 題log2Nの計算が必要となり、パケット・フィルタリン タリングを実行すると遅延時間が増大する。 具体的に

の建延時間が増大する。

い場合でも高速にパケット・フィルタリングを実行する [0010]また、送信ホスト、受信ホストが多く存在 【0011】本発明の目的は、パケットのクラス数が多 ルーティング・テーブルを検索する時間が増大する。こ の結果、ルーティング処理全体の遅延時間が増大する。 する場合、ルーティング・テーブルのサイズが増大し、 ルータを提供することにある。 [0012] 本発明の他の目的は、送信ホスト、受信ホ ストが多数存在するネットワークにおいても、高速にル ーティングテーブル検索処理を実行するルータを提供す

ることにある。 0013

ング処理、ルーティングテーブル検索処理をマルチプロ た場合に、特に処理コストの高いパケット・フィルタリ セッサで実現するルータを提供する。具体的には、以下 【機箇を解決するための手段】本発明では、パケットの ルーティング処理において、パケットのクラス数が増大 した場合、および、送信ホスト、受信ホスト数が増大し の手段を提供する。

モリ上に設けたフィルタリングを実行するときに参照す に渡るパケットの分類をパイプライン処理する手段を備 【0014】1)パケット・フィルタリングの高速化を F、パケット・フィルタ・プロセッサ呼ぶ)と、前記メ る複数の検索テーブルと、パケット・フィルタリングで し、初段から終段に向かってツリー状または直列に配置 したパケット・フィルタ・プロセッサ群によって、多段 目的として、メモリを共有する複数のプロセッサ(以 分類される各クラスに対応する複数のキューから構成 えたルータ。

【0015】2)ルーティングテーブル検索処理の高速 処理する受信キューの割り当て情報を格納するテーブル と、各ルーティングテーブル検索プロセッサが個々に所 検索プロセッサが、それぞれ、割り当てられたクラスの と、前記メモリ上に設けたルーティングテーブルと、前 記メモリ上に設けた、各ルーティング検索プロセッサが 有するルーティングテーブルの内容をキャッシングする キャッシュから構成され、複数のルーティングテーブル パケットのルーティングテーブル検索処理を実行し、ル ーティングテーブル検索処理を並列に実行する手段を備 (以下、ルーティングテーブル検索プロセッサと呼ぶ) 化を目的として、メモリを共有する複数のプロセッサ えたルータ。

复数の検索テーブルと、同様に前記メモリ上に備えた各 [0016] 3) 各パケット・フィルタ・プロセッサの 負荷分散を目的として、前記パケット・ワィルタ・プロ セッサ群とメモリを共有するコントローラと、前記メモ リ上に散けたフィルタリングを実行するときに参照する るパケット数 (以下、遺量と呼ぶ) を格納する監視テー パケット・フィルタ・プロセッサが一定時間内に処理す ブルとから構成され、各パケット・フィルタ・プロセッ

ナが参照する検索テーブルをパケットの流量に従って動 的に切り替える手段を備えたルータ。

モリ上に設けた各ルーティング検索処理プロセッサが処 【0017】4) 各ルーティング検索処理プロセッサの と、パケット・フィルタリングで分類されたパケットが エンキューされている各キューのキュー長(キューに残 サが処理する受信キューの割り当てをキュー長に従って 負荷分散を目的として、前記ルーティングテーブル検索 プロセッサとメモリを共有するコントローラと、前記メ っているパケット長の合計値)を格納する監視テーブル とから構成され、各ルーティングテーブル検索プロセッ 理する受信キューの割り当て情報を格納するテーブル 助的に切り替える手段を備えたルータ。

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を以下詳細に

[0018]

(201) 、コントローラ (202)、マルチプロセッサで構成 **信スケジューリング・プロセッサ (105)、受信キュー (20** ュー群(107)から成る。また、本ルータ(200)は、入力側 ア構成を図2に示す。図2に示すように、本発明におけ ルータ (200) は、入出カプロセッサ (102) と、マルチプロ 【0019】本発明におけるルータの主要なハードウェ セッサで構成されるパケット・フィルタ・プロセッサ群 し、ルーティング処理が行われたパケットは、複数の出 ッサ (105) 、スケジューリング待ちキュー群 (106) 、送信 されるルーティングテーブル検索プロセッサ (203)、送 4)、スケジューリング待ちキュー群(106)、送信待ちキ のインタフェースカード(101)を介してパケットが到着 待ちキュー(107)、出力側のインタフェースカード(106) 【0020】 入力側のインタフェースカード(101)、入 出力プロセッサ(102)、送信スケジューリング・プロセ 力側インタフェースカード (108) を介して送信される。 は、図1と同様である。

は、入出カプロセッサ (102) によってルータ (200) 内に入 **力されたパケットに対して、パケット・フィルタリング** し、多段に渡るパケット・フィルタリングをパイプライ を実行し該当するクラスの受信キュー (204) にエンキュ 【0021】パケット・フィルタ・プロセッサ群(201) プロセッサを初段から終段に向かってツリー上に配置 一する。パケット・フィルタ・プロセッサ群(201)は、 ン並列処理する。

【0022】ルーティングテーブル検索プロセッサ群(2 03) は、受信キュー (204) にエンキューされているパケッ トに対して、ルーティング処理を実行し、パケットが出 の負荷分散を制御する手段と、ルーティングテーブル検 フィルタ・プロセッサ群 (201) を構成する各プロセッサ 力される出力側インタフェースカード (108) とパケット 案プロセッサ群 (203) を構成する各プロセッサの負荷分 にエンキューする。コントローラ (202)は、パケット・ のクラスに対応するスケジューリング待ちキュー(106)

よびこれらのプロセッサ群の動作に必要なメモリの構成 [0023] 図3に、本発明の実施形態におけるパケッ 2)、ルーティングテーブル検索プロセッサ群 (203)、お ト・フィルタ・プロセッサ群(201)、コントローラ(20 を示す。

テージであるパケット・フィルタ・プロセッサ4~7 (304 ~307)の合計7個のプロセッサから成る。本実施形態で ・フィルタ・プロセッサがツリー状に配置されるのでは ジであるパケット・フィルタ・プロセッサ1(301)、第2 ステージであるパケット・フィルタ・プロセッサ2(302) およびパケット・フィルタ・プロセッサ3 (303)、第3ス は、ステージ数が増える毎にパケット・フィルタ・プロ (3倍、4倍になっても) 問題はない。また、パケット プロセッサ群(201)は、3ステージで構成される。パケ ット・フィルタ・プロセッサ群は(201)は、第1ステー セッサの数が2倍になっているが、それ以上増えても [0024] 本実施形態におけるパケット・フィルタ なく、直列に接続されていてもよい。

[0025] 各パケット・フィルタ・プロセッサは、フ とにより、フィルタリングに必要な検索キーと検索すべ り、フィルタリング処理を行う検索キー毎に1個のテー ブルが存在する。指定された検索キーとフィルタリング 定する。パケット・フィルタ・プロセッサが最終段であ る場合は、パケット・フィルタリングによって決定した きフィルタリング・テーブル (309) を決定する。フィル ・テーブル (309) の内容によって、パケットが送られる イルタリング処理割り当てテーブル (310) を参照するこ 次段のパケット・フィルタリング・テーブル (309) が決 タリング・テーブル (309) は、複数のテーブルからな

る。フィルタリング処理割り当てテーブル (310) は、コ

クラスに対応する受信キュー (204) にエンキューされ

とによって、ルーティング処理を行うパケットのクラス する。ルーティング処理は、ルーティング・テーブル(3 **資素することにより、パケットの経路が決定される。ル** が指定される。各ルーティングテーブル検索プロセッサ (308) は、指定されたクラスに該当する受信キュー(313) にあるパケットをデキューし、ルーティング処理を実行 14)、または、ルーティングテーブルキャッシュ (316) を 【0026】本実施形態における各ルーティングテープ グテーブル検索プロセッサ毎に別々に所有しているキャ ッシュであり、ルーティングテーブルの内容がキャッシ ル検索プロセッサ群 (203) は、8 個のプロセッサから成 ルーティング処理割り当てテーブル (315) を参照するこ **ーティングテーブルキャッシュ (316) は、各ルーティン** る。各ルーティングテーブル検索プロセッサ(308)は、 ントローラ (202)によって動的に変更する。

は、各パケット・フィルタ・プロセッサ (301~307) が送 [0027] 本実施形態におけるコントローラ(202)

受信するパケット騒を定期的に監視し、監視結果を流量 されているパケット数を定期的に監視し、監視結果を受 ブル(310) を変更し、各パケット・フィルタ・プロセッ サ (301~307) が参照すべきフィルタリングテーブル (30 **眉キュー監視テーブル(312)に格納する。コントローラ** 9)を決定する。また、受信キュー (313) にキューイング (202)は、監視結果に基づいて、ルーティング処理割り 当てテーブル (315) を変更し、各ルーティングテーブル 監視テーブル (311) に格納する。コントローラ (202) は、 監視結果に基づいて、フィルタリング処理割り当てテ **資客プロセッサが処理する受信キューを決定する。** 

1) パケット・フィルタ・プロセッサ群 (201) [0028] 以下に

2) ルーティングテーブル検索プロセッサ(203) 3) コントローラ (202)

[0029] まず、パケット・フィルタ・プロセッサ群 スに分類する。各パケット・フィルタ・プロセッサ (30) ト・フィルタ・プロセッサ群 (201) は、パケットをクラ リング・テーブル (309) を参照する。フィルタリング処 (201)の動作を図4から図6を用いて説明する。 パケッ ~307) は、パケットフィルタリングを実行するために、 フィルタリング処理割り当てテーブル (310) とフィルタ 理割り当てテーブル (310) のデータ構造を図4に、フィ ルタリング・テーブル (309) のデータ構造を図5に示 の動作をフローチャートを用いて説明する。

【0030】図4に示す通り、フィルタリング処理割り ~307)の微別子となるフィルタ番号を格納するフィール トト (401)、フィールド401で指定されるパケット・フィル タ・プロセッサが実行するパケット・フィルタリング処 スフィールド (403)、フィールド403で指定されるフィル タリング・テーブルを探索した結果、True値が得られた ルド(404)と、False値が得られた場合に同様の識別子を 格飩するフィールド (405) から成る。フィールド401で指 ロセッサの場合は、フィールド404及びフィールド405の 理の検索キーを格納する検索キーフィールド(402)、パ ケット・フィルタリング処理で参照するフィルタリング ・テーブルの識別子を格納する参照テーブルインデック 場合に、パケットを送信する次段のパケット・フィルタ ・プロセッサの雄別子を格納するフィルタ判別値フィー 定されるパケット・フィルタ・プロセッサが最終段のプ 当てテーブルは、パケット・フィルタ・プロセッサ (30

【0031】図5に示す通り、フィルタリング・テーブ 果を示すフィールド(502)(503)から成る。検索結果を示 すフィールドは、パケット・フィルタ・プロセッサが殴 **段段の場合は、パケットをエンキューする受信キュー (3** 13) の識別子を格納する受信キューフィールド (503) を参 トリのポインタを格納するフィールド(501)と、検索結 ル (309) は、ハッシュ関数の値から検索結果を示すエン

照し、それ以外の場合は、フィルタ判別値フィールド (5 フィルタリング・プロセッサ (304~307) の数と等しいエ ・フィルタ・プロセッサがエンキューする受信キュー (3 13) の識別子が格納されている。フィールド502は、True かFalseの2種類の値のどちらかが格納され、フィールド 02)を参照する。フィールド503は、最終段のパケット・ ントリで構成される。各エントリは、該当するパケット フィールド404、もしくはフィールド405を参照すること 502の結果と、フィルタリング処理割り当てテーブルの により、送信する次段のパケット・フィルタ・プロセッ サが決定する。

0)、および、フィルタリングテーブルの各エントリの値 はコントローラ (202) が決定する。コントローラの動作 【0032】フィルタリング処理割り当てテーブル(31

【0033】各パケット・フィルタ・プロセッサ (301〜 107] が実行するパケット・フィルタリングのフローチャ 一トを図6に示す。

タ・プロセッサは、フィルタリング割り当て処理テーフ [0034] ステップ602において、パケット・フィル ブルのフィールド402からパケット・フィルタリング処 理の検索キーとなるデータの種類の憐悧を得る。また、 フィールド403より、参照すべきフィルタリング・テー ル (310) を参照する。フィルタリング割り当て処理テー ブル (309) が指定される。

【0035】ステップ603において、ステップ602で指定 された検索キー(402)に該当するデータを得る。

[0036] ステップ604において、ステップ603で得ら れた検索キーよりステップ602で指定されたフィルタリ ング・テーブルを引く。

タ・プロセッサが最終段のプロセッサ (304~307) である 【0037】ステップ605において、パケット・フィル 場合は、ステップ607に進む。それ以外のパケット・フ イルタ・プロセッサ (301~303) の場合は、ステップ607

フィールド502の値がFalseの場合は、フィルタリング処 ルタリング・テーブルを検索した結果得られたフィルタ は、フィルタリング処理割り当てテーブルの、パケット 理割り当てテーブルの、パケット・フィルタ・プロセッ **【0038】ステップ606において、ステップ604でフィ** て処理テーブルのフィルタ判別値フィールド ((404)ま たは(405)) より、パケットを送信する次段のパケット テーブル検索の結果、フィールド502の値がTrueの場合 サのフィルタ番号 (402) に対応する フィールド404に格 納されているフィルタ判別値に該当するパケット・フィ 判別値フィールド(502)の値と、フィルタリング割り当 ・フィルタ・プロセッサのフィルタ番号 (401) に対応す る、フィールド404に格納されているフィルタ判別値に 該当するパケット・フィルタ・プロセッサに送信する。 ・フィルタ・プロセッサを決定する。フィルタリング

レタ・プロセッサに送信する。

ロセッサの数のエントリに分かれており、各最終段のパ ルタリング・テーブルを検索した結果得られた受信キュ ケット・フィルタ・プロセッサは該当する受信キュー番 ユーする受信キュー(313)を決定する。受信キュー番号 フィールド (503) は、最終段のパケット・フィルタ・プ **【0039】ステップ607において、ステップ604でフィ** 一番号フィールド (503) の値により、パケットをエンキ 号フィールド (503) のエントリを参照することにより、 キューイングする受信キューを知ることができる。

構成をとっているが、ステージ数は任意に増やしても間 題ない。パケット・フィルタリングの処理内容(処理の が多発しないフィルタリング・テーブルを検索する処理 **ルタ・プロセッサ群は、3 ステージのパイプライン処理** 複雑さ)によって、各パイプライン・フィルタリング・ プロセッサが1 種類の検索キーによって、ハッシュ衝突 【0040】なお、本実施形態におけるパケット・フィ を実行できる構成であればよい。

サをのぞく各パケット・フィルタ・プロセッサ (301~30 おけるフィルタ判別値に格納されるデータの種類も、送 [0041] なお、本実施形態では、最終段のプロセッ る。送信する次段のパケット・フィルタ・プロセッサ数 が3個以上でも、問題はない。ただし、フィルタリング 信するパケット・フィルタ・プロセッサ数と等しい数だ 3)は、フィルタリングの結果、次段の2つのパケット・ 割り当て処理テーブル (310) におけるフィルタリング判 別値のフィールド数は、送信するパケット・フィルタ・ プロセッサ数と等しい数だけ存在しなくてはならない。 【0042】また、フィルタリング・テーブル (309) に フィルタ・プロセッサのうちのどちらかへ送信してい け存在しなくてはならない。

【0043】また、本実施肜螚では、パケット・フィル テーブル (310) のフィルタ判別値フィールド ((404)また プライン・プロセッサは、フィルタリング・テーブル(3 ット・パイプライン・フィルタに伝達する。最終段のパ タ・プロセッサをツリー状に配置しているが、直列に接 続してもよい。この場合、フィルタリング処理割り当て は(405))、および、フィルタリング・テーブル (309) の受 に対応することとする。第1ステージのバケット・バイ ト・パイプライン・フィルタに伝達する。第2段から最 終段の1つ前までのパケット・パイプライン・プロセッ れるフィルタ判別値と前段のパケット・パイプラインか ら伝達された値の論理和をとり、この値を次段のパッケ リング処理で得られるフィルタ判別値の論理和と1対1 ケット・パイプライン・フィルタは、フィルタリング・ 09) 検索により得られるフィルタ判別値を次段のパケッ サは、フィルタリング・テーブル (309) 検索により得ら テーブル (309) 検索により得られたフィルタ判別値と前 各受信キュー (313) の識別子は、各ステージのフィルタ 信キュー番号フィールド(503)は不要となる。さらに、

**没から伝達された値の論理和をとり、この論理和と等し** い識別子を持つ受信キュー(313) にエンキューする。

・プロセッサで分担して処理することにより、1個のパ [0044] 上記に示すように、本発明では、多段のフ ィルタリング処理を分割し、複数のパケット・フィルタ ケット・フィルタ・プロセッサあたりのフィルタリング 処理時間を小さくできる。また、複数のパケット・フィ ルタ・プロセッサをツリー状または直列に配置し、パイ 【0045】次に、ルーティングテーブル検索プロセッ プライン並列処理することにより、髙速化できる。

【0046】図7にルーティング処理割り当てテーブル **サ群(203)の動作を図7、図8を用いて説明する。** 315の詳細を示す。

ち、各ルーティングテーブル検索プロセッサが参照する エントリを持つ。各エントリの番号は、ルーティングテ り、そのエントリに対応するルーティングテーブル検案 る領域701と、最初のキュー要素を指すポインタ702を持 は、ルーティングテーブル検索プロセッサ308と同数の エントリは予め決まっている。各エントリは、受信キュ る。キュー・ヘッダ船は、受信キュー長の総和を格納す つ。受信キュー長の総和を格納する領域701には、各工 ントリにキューされている受信キューのパケットの総数 を格納している。コントローラ202が、受信キューを診 照するルーティングテーブル検索プロセッサを決定する 祭の評価値として、この受信キュー長の総和701の値を ーブル検索プロセッサの番号に対応している。すなわ **一番号703をキュー要業とするキュー構造になってお** プロセッサが処理すべき受信キューの番号をキューす 【0047】ルーティング処理割り当てテーブル315 使用する。

【0048】次に、ルーティングテーブル徴紮プロセッ ナ308が実施するルーティング処理の内容を図8のフロ ーチャートを使って説明する。

1316を参照し、ステップ803において得た宛先アドレス [0049] まず、ルーティングテーブル検索プロセッ **ታ308は、ルーティング処理割り当てテーブル315内の自** プロセッサ用エントリを参照し、自プロセッサ宛の受信 キュー番号703を得る(802)。次にルーティングテーブ **信キューからパケットをデキューし、パケットの宛先ア** ドレスを得る (803)。ここで、ルーティングテーブル へのルーティング情報がキャッシュされているかをチェ ていた場合は、そのルーティング情報から送出インタフ エースを決定し、該当するスケジューリング待ちキュー 106にパケットをエンキューする(807)。ルーティング ュされていない場合、ルーティングテーブル検索プロセ **検索プロセッサ308は、ルーティングテーブルキャッシ** ックする (804) 。 ルーティング情報がキャッシュされ ル検索プロセッサ308は、得られた受信キュー番号の受 テーブルキャッシュ316にルーティング情報がキャッシ ッサ308は、ルーティングテーブル314からステップ803 **⊛** 

属するパケットである。 数4のルーティング処理割り当 ングテーブル検索処理を、複数のルーティングテーブル 3)は、ルーティングテーブルの内容をキャッシングする り、ルーティングテーブルの検索時間を削減できる。各 **態においては、パケットのクラスは、宛先アドレスによ** って決定するこのため、1つのルーティングテーブル検 【0050】上記に示すように、本発明では、ルーティ **ーブル検索処理を実行するパケットは、特定のクラスに** 定のアドレスに限られる。従って、1つのルーティンク 検案プロセッサ (308) で並列処理することにより、高遊 化できる。各ルーティングテーブル検索プロセッサ(30 ルーティングテーブル・キャッシュ (316) を所有してお てテーブルのフィールド402に示すように、本実施の形 **森プロセッサ (308) が扱うパケットの宛先アドレスは特** テーブル検索プロセッサ (308) が処理するのに必要なル ルーティングテーブル・キャッシュ (316) のヒット率は ルーティング検絡プロセッサ (308) が、ルーティングテ **ーティングテーブルのエントリサイズは小さくてよく、** 

[0051] 次に、コントローラ(202)の動作を図9から図14を用いて説明する。コントローラ(202)は以下

[0052] 1) パケット・フィルタ・プロセッサ(20 1)が送受信するパケット (以後、送信するパケット債 を「送信流艦」、受信するパケット阻を「受信流艦」、 両者を総称して「流艦」と呼ぶ)の定期的な監視、及び その監視結果に基づき、各パケットフィルタブロセッサ (301~307)が参照すべきフィルタリングテーブル(309) を決定する処理。 [0053]2)受信キュー(313)にキューイングされているパケット数の定期的な監視、及びその監視結果に基づき、各ルーティングテーブル検索プロセッサ(308)が処理すべき受信キュー(313)を決定する処理。

【0054】上記1)を実行するために、コントローラ(202)は荷屋館根テーブル(311)を参照、更新する。城屋館投テーブル(311)は、図9に示す受信流性を管理するテーブル、図10に示す送信流性を管理するテーブル、図10に示す送信流性を管理するテーブル、図11に示す流電のしきい値を管理するテーブルからな図11に示す流電のしきい値を管理するテーブルからな

【0055】受信谎配を管理するテーブルは、フィルタ 都号を格納するフィールド (901)と、受信谎配を格納するフィールド (901) からなる、本デーブルは各パケット ・フィルタ・プロセッサ (301~307) ごとに 1 エントリを 【0056】送信液畳を管理するテーブルは、フィルタ

番号を格納するフィールド(1001)と、受信流盤の合計を 格納するフィールド(1002)からなる。受信流盤の合計を 格納するフィールド(1002)は、フィルタ番号(901)に対 応するパケットフィルタブロセッサ(301〜307)におい て、フィルタ判別値(502)がTRUEとなったパケットの道 値の合計を格納するフィールド(903)と、FALSEとなった パケットの流量の合計を格納するフィールド(904)から なる。また、本テーブルは、パケット・フィルタ・プロ セッサの段数の磔さごとにエントリを持つ。例えば図3 のシステムにおける本テーブルは、フィルタ番号1、フィルタ番号1、3、 【0057】 遊園のしきい値を管理するテーブルは、フィルタ番号を格納するフィールド(II01)と、遊園のしきい値を特別するフィールド(II01)と、遊園のしきい値を格納するフィールド(II02)からなる。ここで言うい値を指納するフィールド(II02)からなる。ここで言うっぱ (II02)からなる。ここで言うっせ (301~301)が単位時間あたりに処理可能なパケット・フィルタ・プロセッサ(301~301)の段数の磔さことにエントリを持つ。また、本テーブルは、システムの別類化時に、ルーティングテーブル検索プロセッサ(301名)の処理能力に応じて設定される。以後、本テーブルの含フィールドの値が変更することはない。

[0058]コントローラ(202)がにおける上記1)の 処理フローを図12に示す。

ルス・ファー・コー・ファー・コートロー (1005) まず、ステップ1202において、コントローラ(202) は各パケット・フィルタ・プロセッサ (301~30) ア上通信する。そして、各パケット・フィルタ・プロセッサ (301~307) においてフィルタ判別値 (502) がTRUEとなった送信流量及び受信流置をコントローラ (202) は板得する。

【0060】ステップ1203において、ステップ1202で得られた送信流盤をパケット・フィルタ・プロセッサ (301~307)の段数の深さごとに合計し、フィールド1003及びフィールド1004を更新する。また、得られた受信流量に応じ、フィールド902を更新する。

【0 0 6 1】ステップ1204において、フィールド902の 随がフィールド1102に格納されている流量のしきい値を 組えているパケット・フィルタ・プロセッサ (301~307) が存在するか否かを検案する。超えているプロセッサが 存在する場合にはステップ1205に、存在しない場合には 処理を終了する。

処性を終しまる。 【0062】ステップ1205において、フィールド1003と フィールド1004に格納されている値の比が殴む1に近い図10に示すテーブルのエントリを探し出す。

【0063】そして、ステップ | 206において、パケット・フィルタ・プロセッサ (301~307) が参照すべきフィルタリングテーブル (309) を変更する。これは、フィルタリング処理割り当てテーブル (310) の参照テーブルインデックスフィールド (403) を更新することにより実現す

る。ここでは、ステップ1204において、フィールド902の値がフィールド1102に格納されている流量のしきい値を超えているプロセッサより段数が一つ小さいプロセッサ群(例えば、バケット・フィルタ・プロセッサ5より段数が一つ小さいプロセッサ群はバケット・フィルタブロセッサ2と3である)に対応する参照テーブルインデックス(403)の値と、ステップ1205で得たエントリのフィルタ番号フィールド(1001)に格納されているプロセッサ群の参照テーブルインデックス(403)の値を交換することにより実現する。

 (0065)このように本発明では、パケット・フィルタ・プロセッサの受信流量がその処理能力を超えた場合、ただちに、該当プロセッサより段数が一つ小さいプロセッサが参照するフィルタリング・テーブル(309)をで、その処理能力以下の値に抑えることが可能となる。 (0066)なお、本実施形盤では、パイプライン・パケット・フィルタをツリー状に配置することを仮定している。直列に接続する場合、フィルタリング順序を動的に切り替える必要がなく、上記のようなコントローラの機能および流量監視テーブル(311)や図11の流量のしきい値を示すデーブルは不要である。

[0067]また上記2)を実現するため、コントローラ(202)は受信キュー監視テーブル(312)を参照、更新する。受信キュー監視テーブル(312)のデータ構造を図13に示す。

【0068】図13に示す通り、受信キュー監視テープルは、受信キュー番号を格納するフィールド(1301)とフィールド(1301)とフィールド(1301)とフィールド(1302)からなる。また受信キュー長を格納するフィールド(1302)からなる。また受信キュー長のしきい値(この「受信キューのしきい値」より受信キュー長が長い場合、コントローラ(202)は、対応するルーティングテーブル検索プロセッサ(308)の処理能力を超えたパケットが受信キューに到達している、と判断する)を格納するフィールド(1203)も存在する。

[0069] 上記2) のフローチャートを図14に示

【0070】ステップ1402において、コントローラ (20 )は、各受信キュー (313) に現在のキュー長を調べ、フィールド1302を更新する。さらに、ルーティング処理割り当てテーブル (315) の受信キュー長の総和を格納するフィールド (701) の値も更新する。この更新値は、該当するルーティング処理割り当てテーブル (315) のエントリにキューイングされている受信キュー番号 (703) のフィールド1302の値の合計である。

【0071】ステップ1403において、フィールド1302の値がフィールド1303の値を超えている受信キュー(313)が存在しているか否かを検査する。存在する場合にはス

テップ1404にジャンプする。存任しない場合には処理を終了する。本ステップで得られた受信キュー (313) を以後Oueuelと設記する。

【0072】ステップ1404において、フィールド701の値が最小のルーティングテーブル検索プロセッサ (308)を検索する。以後本ステップで得られたプロセッサをRI + 非部式を [0073] ステップ1405において、R1がQueuelを処理しているか否かを判定する。この判定は、R1に対応するルーティング処理テーブル割り当てテーブル(315)のエントリに、Queuelに対応する受信キュー番号(703)がキューイングされているか否かを破べることにより可能である。上記判定がTRUEであれば異常終了(ルータ(200)全体に到達しているバケットはが、ルーティング検案プロセッサ(308)の処理能力の合計を超えていると判断)

[0074] ステップ1406において、R1が処理する受債キューの中で、キュー長が最短の受債キューを検察する。本検索は、ルーティング処理割り当てテーブル(313)のR1に対応するエントリにキューイングされている受信キュー番号(703)のうち、フィールド1303の値が吸小のものを探し出すことにより実現する。本ステップにより得られた受信キュー(313)を以後Queue2と表記する。ルーティングテーブル検索プロセッサ(308)と、Queue2を処理するプロセッサを入れ替える。これは、ルーティング処理割り当てテーブル(315)にキューイングされている受信キュー番号(703)を変更することにより线現す

[0076]上記に示すように本発明では、ルーティングテーブル検索プロセッサRI(308)の処理能力を超えるパケットが受信キュー(313)に到達した場合、該当受信キューを処理するプロセッサを入れ替える。これによりRIは、自分の処理能力以下のパケット数のルーティングテーブル検索処理を実行すれば良いことになる。

[0077] 「発明の効果】本発明におけるルータを用いてルーティングを実行すると、マルチメディア通信を行うネットワークにおいて、QoS保証が必要なパケットの種類が多数存在する場合でも、QoS保証を行うために不可欠な処理であるパケット・フィルタリング処理を高速に実行できる。また、ルーティングテーブル検索処理も高速に実行できる。また、ルーティング処理による連延時間を小さく約えることができる。

【図画の簡単な説型】

(図目) 12 年4元3771 【図1】 従来のルータのハードウェア構成図。 【図1】 本発明のルータのハードウェア構成図。

[図3] 本発明の実施の形態で仮定するパケット・フィルタ・プロセッサ群とルーティングテーブル検索処理プロセッサと、前記2つのプロセッサ群の負荷分散を行う

特開平12-083022

6

【図4】 パケット・フィルタ・プロセッサと実行するフ イルタリング処理を対応づけるテーブルの構成図。

コントローラのハードウェア構成図。

【図5】フィルタリング処理において検索するハッシュ テーブルの構成図。

[図6] パケット・フィルタリング処理のフローチャー

【図1】 ルーティングテーブル敬称プロセッサとルーテ

【図8】 ルーティングテーブル検索処理のフローチャー けるテーブルの構成図。

イングテーブル検索処理を実行する受債キューを対応ブ

[図9] パケット・フィルタ・プロセッサとそのプロセ ッサが一定時間に受信したパケット数対応づけるテーフ トの権用図

[図10] パケット・フィルタ・プロセッサとそのプロ セッサが属するステージにある全パイプライン・パケッ ト・フィルタがフィルタリング結果がTrueであるパケッ トを一定時間に送信する数の合計値と、フィルタリング **結果がfalseであるパケットを一定時間に送信する数の** 合計値を対応づけるテーブルの構成図。

【図11】パケット・フィルタ・プロセッサとそのプロ セッサが一定時間に処理可能なパケット数の最大値 (し

【図12】コントローラが、各パケット・フィルタ・プ ロセッサのフィルタリング処理を動的に変更するフロー きい値)を対応づけるテーブルの構成図。

び、受信キューにエンキューできるバケット数の最大値 【図13】 受信キューとその受信キューにエンキューさ れているパケット数を対応づけるテーブルの構成およ (しきい値) を格納するデータ領域の説明図。 チャート。

[図14] コントローラが、各ルーティングテーブル検 索プロセッサに割り当てる処理すべき受信キューを動的 に変更するフローチャート。

|02 …入出カプロセッサ、|05 …送信スケジューリング ・プロセッサ、106 …スケジューリング待ちキュー群 [符号の説明]

キュー群、301 …パケット・フィルタ・プロセッサ1、3 テーブル、313 …受信キュー、314 …ルーティング・テ 107 …送信待ちキュー群、200 …パケット・フ …ルーティングテーブル検索プロセッサ群、204 …受信 02 …パケット・フィルタ・プロセッサ2、303 …パケッ ル、 311 …液量監視テーブル、312 …受信キュー監視 ーブル、315 …ルーティング処理割り当てテーブル、31 201 …コントローラ、203 ト・フィルタ・プロセッサ3、304 …パケット・フィル タ・プロセッサ4、305 …パケット・フィルタ・プロセ ッサ5、306 …パケット・フィルタ・プロセッサ6、307 …パケット・フィルタ・プロセッサ7、308 …ルーティ ングテーブル検索プロセッサ、309 …フィルタリング テーブル、310 …フィルタリング処理割り当てテーブ 6 …ルーティングテーブルキャッシュ。 イルタ・プロセッサ群、

製菓サーブル フィルタ共配権フィドか製製物 インデックス (Italia) (Falsott) 2 図17 5 [図4] 1002 1003 1004 10874-PF 10574-A-K T087 4 - N.F 108フィールド [四10] 휼 ノルタ権利 9番ながと (ケジューリング船ちキュー群 1個スケジューリング・プロセッサ パケット・フィルタ・プロセッサ ルーティングテーブル色雑プロセッサ 8 人出力プロセッサ [<u>M</u>] ã -4X-1 묠 8

2

3 9

ハケット・フィルク・プロセッサ目 [医3] 2710-3 ケーティングヤーブリを催プロセッサ数 23 8 [図7] 四7 を日子ュール の部和 314 315 둳 グーサイング・プロセッション 4位スケジューリング・プロセッサ Ξ Ξ 2 3 Ξ スケジューリングわちキュー 透面積 Falso 5 8 7 8 8 入出カプロセッサ 3イルク料別館 [図2] コントローラ 를 2 [図2] ŝ 2 2 [函] ă プロセッサ群 죉 フィルタ ・(一十銭優)工 8